



Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)

Escuela Profesional de

Ingeniería Civil

Sílabo 2026-II

1. CURSO

CE3S7. Rehabilitación y Refuerzo de Estructuras (Obligatorio)

2. INFORMACIÓN GENERAL

2.1 Curso	: CE3S7. Rehabilitación y Refuerzo de Estructuras
2.2 Semestre	: 10 ^{mo} Semestre.
2.3 Créditos	: 3
2.4 Horas	: 4 HT; 2 HP;
2.5 Duración del periodo	: 16 semanas
2.6 Condición	: Obligatorio
2.7 Modalidad de aprendizaje	: Presencial
2.8 Prerrequisitos	: CE3S4. Ingeniería Sismorresistente y Prevención de Desastres. (9 ^{no} Sem)

3. PROFESORES

Atención previa coordinación con el profesor

4. INTRODUCCIÓN AL CURSO

La Rehabilitación y Refuerzo Estructural aborda la evaluación, el reforzamiento y la rehabilitación de la infraestructura civil existente en el Perú. Partiendo de los fundamentos de ingeniería sísmica del curso de Ingeniería Sismorresistente y Prevención de Desastres, el curso comienza con el contexto nacional de la infraestructura peruana envejecida y deficiente, y una revisión de los criterios del código de diseño sísmico que establecen las expectativas de desempeño base contra las cuales se evalúan las estructuras existentes. Los estudiantes luego caracterizan las cargas permanentes, vivas, ambientales y de deterioro que actúan sobre las estructuras existentes, y estudian el comportamiento no lineal de los componentes estructurales — incluyendo la respuesta histérica, el modelado de rótulas plásticas y el análisis pushover — requerido para evaluar el desempeño estructural más allá del rango elástico. El curso cierra con los procedimientos de evaluación en campo, y las técnicas de rehabilitación de resistencia, ductilidad, durabilidad y serviciabilidad utilizadas para rehabilitar estructuras existentes.

5. OBJETIVOS

- Describir el contexto nacional y la condición de la infraestructura civil existente en el Perú y el marco normativo aplicable a su evaluación y rehabilitación.
- Caracterizar las cargas permanentes, vivas, ambientales y de deterioro que actúan sobre las estructuras existentes.
- Aplicar métodos de análisis estructural no lineal, incluyendo el análisis pushover y la evaluación basada en desplazamientos, para evaluar el desempeño de estructuras existentes.
- Realizar procedimientos de evaluación en campo, incluyendo ensayos no destructivos, para evaluar la condición de estructuras existentes.
- Diseñar intervenciones de reforzamiento y rehabilitación para mejorar la resistencia, ductilidad, durabilidad y serviciabilidad de estructuras existentes.

6. RESULTADOS DEL ESTUDIANTE

ABET-1) Habilidad para identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería aplicando principios de ingeniería, ciencias y matemáticas. (Usage)

ABET-2) Habilidad para aplicar el diseño en ingeniería y producir soluciones que satisfagan necesidades específicas considerando la salud pública, seguridad y bienestar, así como factores globales, culturales, sociales, ambientales y económicos. (Usage)

ABET-6) Habilidad para desarrollar y conducir experimentación apropiada, analizar e interpretar datos, y utilizar el criterio de ingeniería para obtener conclusiones. (Usage)

7. TEMAS

Unidad 1: Contexto Nacional de la Infraestructura Civil Existente (2 horas)	
Resultados esperados: ABET-1	
Temas	Aprendizaje esperado (<i>Learning Outcomes</i>)
■ Panorama del inventario y la condición de la infraestructura civil existente del Perú: edificaciones, puentes y líneas vitales ■ Causas y consecuencias del déficit de infraestructura: antigüedad, mantenimiento inadecuado, construcción informal y vulnerabilidad sísmica ■ Implicancias económicas, sociales y de gestión de riesgos de la rehabilitación frente al reemplazo de infraestructura ■ Marco institucional y normativo para la rehabilitación de estructuras existentes en el Perú	■ Describir la condición y tipología de la infraestructura civil existente del Perú [Familiarizarse] ■ Explicar las causas y consecuencias del déficit de infraestructura en el contexto peruano [Familiarizarse] ■ Discutir los criterios económicos y de gestión de riesgos utilizados para decidir entre la rehabilitación y el reemplazo de infraestructura existente [Usar]
Lecturas : [Civ21]	

Unidad 2: Norma de Diseño Sismorresistente y Criterios de Estructuración (4 horas)	
Resultados esperados: ABET-2	
Temas	Aprendizaje esperado (<i>Learning Outcomes</i>)
■ Alcance y estructura de la norma peruana de diseño sismorresistente E.030 ■ Parámetros de peligro sísmico: zonificación (Z), factor de uso (U) y perfil de suelo (S) ■ Sistemas estructurales y coeficiente de reducción de fuerza sísmica (R) ■ Irregularidades estructurales en planta: torsional, esquinas entrantes y discontinuidad de diafragma ■ Irregularidades estructurales en altura: piso blando, piso débil e irregularidad de masa ■ Principios de estructuración: simetría, redundancia, hiperestaticidad y continuidad ■ Fuerza cortante mínima en la base y límites de distorsión de entrepiso	■ Explicar el alcance y la estructura de la norma peruana de diseño sismorresistente E.030 [Familiarizarse] ■ Determinar los parámetros de peligro sísmico (Z, U, S) aplicables a un sitio dado [Usar] ■ Seleccionar el sistema estructural y el coeficiente de reducción R correspondiente [Usar] ■ Clasificar las irregularidades estructurales en planta y en altura de una edificación [Evaluar] ■ Aplicar los principios de estructuración para proponer una configuración estructural regular [Usar] ■ Verificar el cortante mínimo en la base y los límites de distorsión de entrepiso [Evaluar]
Lecturas : [Ser18]	

Unidad 3: Naturaleza y Caracterización de las Cargas en Infraestructura Existente (10 horas)	
Resultados esperados: ABET-1	
Temas	Aprendizaje esperado (<i>Learning Outcomes</i>)
■ Caracterización de cargas permanentes (muertas) y vivas para estructuras existentes ■ Cargas ambientales: viento, efectos térmicos y asentamiento diferencial sobre la infraestructura ■ Efectos de carga inducidos por el deterioro: corrosión, creep, contracción y fatiga ■ Reconstrucción del historial de cargas y estimación de cargas de servicio en estructuras existentes ■ Sobrecargas y eventos de carga anormales: impacto, explosión y acciones accidentales ■ Combinaciones de carga para la evaluación estructural y el diseño de la rehabilitación	■ Caracterizar las cargas permanentes y vivas aplicables a la infraestructura civil existente [Familiarizarse] ■ Determinar los efectos de las cargas ambientales, incluyendo viento, efectos térmicos y asentamiento diferencial, sobre estructuras existentes [Usar] ■ Identificar los efectos de carga inducidos por el deterioro, tales como corrosión, creep, contracción y fatiga [Evaluar] ■ Reconstruir el historial de cargas y estimar las cargas en servicio de una estructura existente [Usar] ■ Reconocer las sobrecargas y eventos de carga anormales relevantes para la evaluación de infraestructura [Familiarizarse] ■ Establecer las combinaciones de carga apropiadas para la evaluación estructural y el diseño de la rehabilitación [Evaluar]
Lecturas : [Civ22]	

Unidad 4: Comportamiento No Lineal de Estructuras (18 horas)	
Resultados esperados: ABET-1, ABET-2	
Temas	Aprendizaje esperado (<i>Learning Outcomes</i>)
■ No linealidad material: comportamiento esfuerzo-deformación del concreto y del acero de refuerzo más allá de la fluencia ■ No linealidad geométrica y efectos P-delta en la respuesta estructural ■ Comportamiento histerético y disipación de energía de componentes estructurales bajo carga cíclica ■ Formación de rótulas plásticas, longitud de rótula y relaciones momento-curvatura ■ Análisis estático no lineal (pushover) y desarrollo de la curva de capacidad ■ Demanda de ductilidad de desplazamiento y de curvatura ■ Niveles de desempeño y criterios de aceptación para componentes estructurales y no estructurales ■ Métodos de evaluación basados en desplazamientos para estructuras existentes	■ Explicar las fuentes materiales y geométricas del comportamiento estructural no lineal [Familiarizarse] ■ Determinar las relaciones momento-curvatura y las propiedades de la rótula plástica de elementos estructurales [Usar] ■ Realizar análisis estático no lineal (pushover) para desarrollar la curva de capacidad de una estructura [Usar] ■ Calcular las demandas de ductilidad de desplazamiento y de curvatura de componentes estructurales [Evaluar] ■ Evaluar los niveles de desempeño estructural y no estructural frente a los criterios de aceptación [Evaluar] ■ Aplicar métodos basados en desplazamientos para evaluar el desempeño sísmico de estructuras existentes [Usar]
Lecturas : [PCK07]	

Unidad 5: Rehabilitación, Refuerzo y Retrofitting Estructural (50 horas)	
Resultados esperados: ABET-2, ABET-6	
Temas	Aprendizaje esperado (<i>Learning Outcomes</i>)
▪ Evaluación de condiciones y procedimientos de evaluación estructural ▪ Calificación de carga y evaluación de capacidad de estructuras existentes ▪ Materiales y técnicas de reparación de concreto ▪ Técnicas de refuerzo usando armadura externa ▪ Sistemas de refuerzo con PRF para flexión y cortante ▪ Estrategias de retrofitting sísmico para edificios y puentes ▪ Enchapes de acero y postensado externo ▪ Rehabilitación de mampostería y preservación de estructuras históricas ▪ Evaluación y diseño de retrofitting basado en desempeño ▪ Evaluación no destructiva y monitoreo de salud estructural	▪ Realizar evaluaciones integrales de la condición de estructuras existentes [Evaluar] ▪ Evaluar la capacidad portante de elementos estructurales existentes [Usar] ▪ Seleccionar materiales apropiados de reparación de concreto y métodos de aplicación [Familiarizarse] ▪ Diseñar intervenciones de refuerzo usando técnicas convencionales [Evaluar] ▪ Aplicar sistemas de PRF para el refuerzo a flexión y cortante de elementos de concreto [Usar] ▪ Desarrollar estrategias de retrofitting sísmico para estructuras deficientes [Evaluar] ▪ Implementar sistemas de enchapes de acero y postensado externo [Usar] ▪ Rehabilitar estructuras de mampostería preservando su carácter histórico [Evaluar] ▪ Realizar evaluaciones basadas en desempeño y diseñar intervenciones de retrofitting [Usar] ▪ Utilizar tecnologías de ensayos no destructivos y monitoreo para evaluación de daños [Familiarizarse]
Lecturas : [Ins21], [Civ17], [Age00], [Ins17]	

8. PLAN DE TRABAJO

8.1 Metodología

Se fomenta la participación individual y en equipo para exponer sus ideas, motivándolos con puntos adicionales en las diferentes etapas de la evaluación del curso.

8.2 Sesiones Teóricas

Las sesiones de teoría se llevan a cabo en clases magistrales donde se realizarán actividades que propicien un aprendizaje activo, con dinámicas que permitan a los estudiantes interiorizar los conceptos.

8.3 Sesiones Prácticas

Las sesiones prácticas se llevan en clase donde se desarrollan una serie de ejercicios y/o conceptos prácticos mediante planteamiento de problemas, la resolución de problemas, ejercicios puntuales y/o en contextos aplicativos.

9. SISTEMA DE EVALUACIÓN

***** EVALUATION MISSING *****

10. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- [Age00] Federal Emergency Management Agency. *FEMA 356: Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings*. Inf. téc. Federal Emergency Management Agency, 2000.
- [PCK07] M. J. N. Priestley, G. M. Calvi y M. J. Kowalsky. *Displacement-Based Seismic Design of Structures*. IUSS Press, 2007.
- [Civ17] American Society of Civil Engineers. *ASCE/SEI 41-17: Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings*. Inf. téc. American Society of Civil Engineers, 2017.
- [Ins17] American Concrete Institute. *ACI 440.2R-17: Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures*. Inf. téc. American Concrete Institute, 2017.

- [Ser18] Construcción y Saneamiento del Perú Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO) / Ministerio de Vivienda. *Norma Técnica E.030: Diseño Sismorresistente*. Inf. téc. Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú, 2018.
- [Civ21] American Society of Civil Engineers. *2021 Infrastructure Report Card*. Inf. téc. American Society of Civil Engineers, 2021.
- [Ins21] American Concrete Institute. *ACI 562: Code Requirements for Assessment, Repair, and Rehabilitation of Existing Concrete Structures*. Inf. téc. American Concrete Institute, 2021.
- [Civ22] American Society of Civil Engineers. *ASCE/SEI 7-22: Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures*. Inf. téc. American Society of Civil Engineers, 2022.